



Máster en Tecnología Ambiental



MÁSTER EN TECNOLOGÍA AMBIENTAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

“PROPUESTA DE PRODUCCIÓN DE MICROALGAS EN LA ECONOMÍA CIRCULAR”

Autor: Natalia Gamboa de la Torre

Directores: Dr. Carlos Vílchez Lobato

RESUMEN:

A través de los años las microalgas han comenzado a despertar interés a nivel industrial, debido a las múltiples aplicaciones que presentan para la elaboración de productos relacionados con la salud en los ámbitos nutricional, farmacéutico, cosmético y en nutrición animal. Por otro lado, las microalgas también presentan un alto potencial para brindar soluciones prácticas en cuanto a la mitigación de impactos ambientales, tales como la eliminación de contaminantes en aguas residuales, el empleo en biofertilización, o su posible utilización como biofactorías en la producción de energías renovables, en particular biocombustibles. Los residuos de biomasa no utilizados terminan devolviendo sus componentes al ciclo natural de los elementos que la integran (C, O, N, P, S...). Por ello, las microalgas se consideran adecuadas para el desarrollo de procesos productivos que respeten los principios de la economía circular.

Considerando lo anterior, el objetivo principal de este TFM fue evaluar, teóricamente, la recuperación de nutrientes (N y P) de un efluente proveniente de una EDAR localizada en la Provincia de Huelva, en España, incorporándolos a biomasa de microalgas que se utilizaría, finalmente, para obtención de biodiésel. La EDAR se seleccionó en base a la proximidad a espacios naturales y al rango de temperaturas adecuado al cultivo de microalgas, en la zona de ubicación de la EDAR, teniéndose en cuenta también las horas reales anuales de insolación. La EDAR de El Rocío cumplía los criterios de selección aplicados con la metodología descrita en este TFM. El documento se desarrolló bajo un



Máster en Tecnología Ambiental



enfoque de economía circular, aplicando las 3R (reducir, reutilizar y reciclar) en el planteamiento de los diferentes aspectos del proceso.

Se seleccionó un sistema de producción de microalgas (SM) del tipo tanque abierto agitado, construido en fibra de vidrio, operado en modo continuo durante todo el año. El sistema de producción se dimensionó mediante la selección de criterios específicos justificados en este trabajo, y la productividad del sistema se aproximó considerando la diferente tasa de crecimiento del cultivo según la época del año, divididas en este TFM en época “de calor” (mayo-octubre) y “de frío” (resto de meses). Para ambas épocas, se estimaron los requerimientos nutricionales diarios, semestrales y anuales de dióxido de carbono, nitrógeno y fósforo, esenciales para mantener activo y productivo el SM. Se proyectó, igualmente, la cantidad de lípidos que generaría el SM y de biodiesel por transesterificación, determinándose los requerimientos de metanol necesarios y el volumen de glicerol generado como subproducto.

De manera general, el análisis realizado cuantificó una producción anual de 9,39 toneladas de biomasa seca de *Chlorella minutissima* por cada 11,25 m³ d⁻¹ de agua de la EDAR, y la extracción de los lípidos acumulados por la microalga permitiría la obtención, por transesterificación, de 1,67 toneladas de biodiesel anual y generando 0,56 toneladas de glicerol, útil como materia prima para la fabricación de diferentes productos.

En conclusión, este TFM genera un marco de condiciones y datos, desde un análisis teórico, útil para evaluar la viabilidad de la implementación de sistemas de producción de microalgas en EDAR carentes de tratamiento terciario y próximas a lugares de valor ecológico. Los resultados del análisis muestran el potencial de dicha tecnología sostenible para mitigar posibles impactos ambientales y obtener, al mismo tiempo, algún valor de la biomasa producida que permita minimizar los costes derivados de todo ello.

ABSTRACT:

Over the years, microalgae have begun to present a high interest at an industrial level, due to the multiple uses and applications that they present for the elaboration of health-related products in nutraceutical, pharmaceutical, cosmetic and animal nutrition fields. On the other hand, microalgae also have a high potential to provide practical solutions in terms of mitigating environmental impacts, such as the elimination of pollutants in wastewater, the use as biofertilizer, or its possible utilisation as biofactories in the production of renewable energies such as biofuels. The remaining biomass waste ends up returning its components to the natural cycle of the elements that make it up (C, O, N, P, S...). For this reason, microalgae are considered suitable for the development of production processes that respect the principles of the circular economy.



Máster en Tecnología Ambiental



Based on the above, the main objective of this Master Thesis was to theoretically evaluate the recovery of nutrients (N and P) from an effluent from a WWTP located in the Province of Huelva, in Spain, incorporating them into microalgae biomass that would be used, finally, to obtain biodiesel. The WWTP was selected based on the proximity to natural spaces and the appropriate temperature range for the cultivation of microalgae in the area where the WWTP was located, also taking into account the actual annual hours of insolation. The El Rocío WWTP fulfilled the selection criteria applied with the methodology described in this TFM. The document was developed under a circular economy approach, applying the 3Rs (reduce, reuse and recycle) in the approach to the different aspects of the process.

A stirred open tank system for microalgae production, built in fiberglass, was selected, operated in continuous mode throughout the year. The microalgae production system (MS) was dimensioned by selecting specific criteria justified in this document, and the productivity of the system was approached by considering the different growth rates of the crop according to the time of year, which in this Master Thesis was divided into two like-seasonal periods: "Hot" (May-October) and "cold" (other months). For both seasons, the daily, semi-annual and annual needs of carbon dioxide, nitrogen and phosphorus were estimated, which are essential chemical compounds to keep the MS active and productive. Likewise, the amount of lipids that the MS would generate and the biodiesel that would be produced by transesterification were approached, determining the necessary methanol needs and the glycerol volume obtained as subproduct.

In general, the analysis carried out led to quantify an annual production of 9.39 tons of dry biomass of *Chlorella minutissima* for every 11.25 m³ d⁻¹ of water from the WWTP, and the extraction of lipids accumulated by the microalgae would allow obtaining 1.67 tons of biodiesel year by transesterification, generating 0.56 tons of glycerol useful as raw material for the manufacture of different products.

In conclusion, this Master Thesis generates a framework of conditions and data, from a theoretical analysis, which allows to partly evaluate the viability of the implementation of microalgae production systems in WWTP lacking tertiary treatment and close to places of high ecological value. The results of the analysis show the potential of said sustainable technology to mitigate possible environmental impacts and obtain, at the same time, value from the produced biomass which allows minimizing the costs derived from all this.